



PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: WEN-CHUEH PAN ET. AL.

SERIAL No.: 10/617,679

FILED: July 14, 2003

FOR: Method Of Polishing Semiconductor Copper
Interconnect Integrated With Extremely Low Dielectric
Constant Material

GROUP ART UNIT: 3676

EXAMINER: Unassigned

ATTY. REFERENCE: PANW3002/EM

COMMISSIONER OF PATENTS

P.O. Box 1450

Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The below identified communication(s) or document(s) is(are) submitted in the above application or proceeding:

☒ Priority Document - Taiwanese Application No. 092116479

☒ Please debit or credit Deposit Account Number 02-0200 for any deficiency or surplus in connection with this communication.

☒ Small Entity Status is claimed.

☐

23364

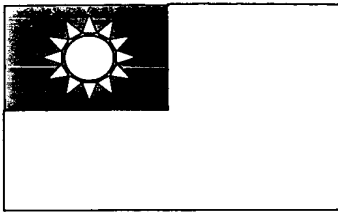
CUSTOMER NUMBER

BACON & THOMAS, PLLC
625 Slaters Lane- Fourth Floor
Alexandria, Virginia 22314
(703) 683-0500

Date: November 17, 2003

Respectfully submitted,

Eugene Mar
Attorney for Applicant
Registration Number: 25,893



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2003 年 06 月 17 日
Application Date

申請案號：092116479
Application No.

申請人：國防部中山科學研究院
Applicant(s)

局長

Director General

蔡練生

發文日期：西元 2003 年 9 月 15 日
Issue Date

發文字號：09220930070
Serial No.

發明專利說明書

(填寫本書件時請先行詳閱申請書後之申請須知，作※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：_____ ※IPC分類：_____

※ 申請日期：_____

壹、發明名稱

(中文) _____ 半導體銅製程整合極低介電常數材料之拋光方法 _____

(英文) _____

貳、發明人 (共 10 人)

發明人 1 (如發明人超過一人，請填說明書發明人續頁)

姓名：(中文) _____ 潘 文 珪 _____

(英文) _____ Pan, Wen-Chueh _____

住居所地址：(中文) _____ 臺北市文山區辛亥路五段 118 巷 26 號 _____

(英文) _____

國籍：(中文) _____ 中華民國 _____ (英文) _____

參、申請人 (共 1 人)

申請人 1 (如發明人超過一人，請填說明書申請人續頁)

姓名或名稱：(中文) _____ 國防部中山科學研究院 _____

(英文) _____

住居所或營業所地址：(中文) _____ 桃園縣龍潭鄉佳安村中正路佳安 _____

段 481 號 _____

(英文) _____

國籍：(中文) _____ 中華民國 _____ (英文) _____

代表人：(中文) _____ 劉 金 陵 _____

(英文) _____

☐ 續發明人或申請人續頁 (發明人或申請人欄位不敷使用時，請註記並使用續頁)

發明人 2

姓名：(中文) 賴 哲 雄

(英文) Jer-Shyong Lai

住居所地址：(中文) 台北縣板橋市居仁里 14 鄰三民路二段 153 巷 34
弄 7 號 3F

(英文) _____

國籍：(中文) 中華民國 (英文) _____

發明人 3

姓名：(中文) 王 鎰 興

(英文) Yih-hsing Wang

住居所地址：(中文) 台北縣三峽鎮中華路安溪里 28 鄰 75 巷 11
號 8 樓之一

國籍：(中文) 中華民國 (英文) _____

發明人 4

姓名：(中文) 范 陽 鑑

(英文) FANN,YANG-JIANN

住居所地址：(中文) 桃園縣中壢市普慶里 15 鄰普光三街 20 巷
10 號

(英文) _____

國籍：(中文) 中華民國 (英文) _____

發明人 5

姓名：(中文) 朱 智 偉

(英文) Chu Chih-Wei

住居所地址：(中文) 高雄市小港區平和東路 137 號

(英文) _____

國籍：(中文) 中華民國 (英文) _____

發明人 6

姓名：(中文) 鍾 興 遼

(英文) Chubg, hsing-Liao

住居所地址：(中文) 台北市大同區哈密街 59 巷 78 弄 10 號 3 樓 1

(英文) _____

國籍：(中文) 中華民國 (英文) _____

發明人 7

姓名：(中文) 許 覺 良

(英文) Hsu Chaug-liann

住居所地址：(中文) 臺北市民生東路三段 113 巷 12 號 2F

國籍：(中文) 中華民國 (英文) _____

發明人 8

姓名：(中文) 蔡 明 策

(英文) Tsay ming tseh

住居所地址：(中文) 金門縣金寧鄉安美村 17 鄰 36 戶西堡 15-2 號

(英文) _____

國籍：(中文) 中華民國 (英文) _____

發明人 9 ID: D120940492

姓名: (中文) 鄭 友 仁
(英文) _____

住居所地址: (中文) 臺南市樹林街二段 195 號
(英文) _____

國籍: (中文) 中華民國 (英文) _____

發明人 10 ID: R120084356

姓名: (中文) 蔡 孟 勳
(英文) _____

住居所地址: (中文) 台南縣新營市延平路 81-1 號
(英文) _____

國籍: (中文) 中華民國 (英文) _____

發明人 11 ID: _____

姓名: (中文) _____
(英文) _____

住居所地址: (中文) _____
(英文) _____

國籍: (中文) _____ (英文) _____

發明人 12 ID: _____

姓名: (中文) _____
(英文) _____

住居所地址: (中文) _____
(英文) _____

國籍: (中文) _____ (英文) _____

肆、中文發明摘要

半導體銅製程整合極低介電常數材料之拋光方法

本發明係有關於一種半導體銅製程整合極低介電常數材料之拋光方法，包含有下列步驟：A.備置一覆有銅質層整合極低介電常數材料之待拋光晶圓；B.使該銅質層進行化學反應，使該銅質層表面產生出一層具脆性材料性質之極表層生成物；C.持續對該極表層生成物施以超音波研磨；D.對晶圓之阻障層施以超音波研磨，達到拋光的效果。

伍、英文發明摘要

陸、(一)、本案指定代表圖爲：第一圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

	(10)(10')(10'')晶圓	(11)(11')銅質層
	(12)(12')一價銅化合物	
5	(21)低介電常數材料	(31)(31')阻障層
	(51)(51'')研磨墊	(52'')研磨漿

柒、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

玖、發明說明

(發明說明應敘明：發明所屬之技術領域、先前技術、內容、實施方式及圖式簡單說明)

【發明所屬之技術領域】

本發明係與晶圓之研磨拋光技術有關，更詳而言之，乃是指利用超音波來對晶圓表面進行研磨之一種半導體銅製程整合極低介電常數材料之拋光方法。

5

【先前技術】

按，習知之 CMP(化學機械研磨)拋光方式，可以有較大之下壓力作用在晶圓上，但對於整合極低介電常數與銅金屬層之拋光，由於低介電常數材料的強度、硬度、以及
10 韌性，低介電常數即代表低勁度、低破壞韌性、低硬度及不穩定的材料特性，因此必須使用極低的壓力來進行研磨，否則將會破壞該晶圓上的金屬導線或介電層及其介面，如果僅是將下壓力(down force)利用精密控制技術來調降，將會使得機台製作精度及控制變得非常困難且成本亦提高極
15 多，並且由於在阻障層(barrier layer)上的 Ta/TaN(氮化鉭)化學惰性(chemical inert)的關係，無法以極低的應力拋光，使得此法亦遇到極大的困難；故，傳統之大壓力研磨方式將難以達成下一世代拋光平坦化的需求。

另外，相對於傳統機械加壓之方式，有一種採取純化學
20 學(或電化學)之無應力拋光方式，其雖無應力施加於晶圓表面，然而其僅能作用於銅金屬層之拋光，當拋光至晶圓之阻障層時，此種化學拋光方式尚無法獲得可靠的結果。

【發明內容】

☒ 續次頁 (發明說明頁不敷使用時，請註記並使用續頁)

本發明之主要目的即在提供一種半導體銅製程整合極低介電常數材料之拋光方法，其可改善傳統機械大壓力拋光以及無應力電化學拋光方式之缺點，以適用於低介電常數整合銅金屬製程之拋光技術。

5

【實施方式】

為了詳細說明本發明之技術內容及特點所在，茲舉以下三較佳實施例並配合圖式說明如后：

請參閱第一圖至第二圖，本發明第一較佳實施例所提
10 供之一種半導體銅製程整合極低介電常數材料之拋光方法，
主要包含有下列步驟：

A.備置一覆有銅質層(11)整合極低介電常數材料(21)
之待拋光晶圓(10)，其中，該銅質層(11)係位於該低介電常
數材料(21)之上方，於該銅質層(11)與該低介電常數材料
15 (21)之間具有一阻障層(31)，該阻障層(31)於本實施例中係
為氮化鉭(Ta/TaN)，屬於化性極為鈍化之陶瓷硬脆材料；

B.使該銅質層(11)進行化學反應，使該銅質層(11)表面
產生出具脆性材料性質之極表層生成物(12)，本實施例中
係為一層一價銅化合物，例如，氧化亞銅，其物性較硬脆，
20 較易在適當的超音波對脆性材料拋光機制當中，達到均勻
拋光的目的；

C.以超音波作用於一研磨墊(51)，藉由該研磨墊(51)運
動時帶動研磨粒運動來對該層具脆性材料性質的極表層生
成物(12)進行拋光，其拋光後之狀態係如第二圖(B)所示；

D. 以超音波作用於一研磨墊(51)，藉由該研磨墊(51)運動時帶動研磨粒運動來對該阻障層(31)進行拋光，其拋光後之狀態則如第二圖(C)所示；

本實施例中，作用於研磨墊(51)上的超音波(90)係可為
5 橫波或縱波，且研磨墊(51)係與晶圓(10)表面接觸；

為橫波時，係以平行於晶圓(10)表面的橫向行波或駐波以研磨墊(51)的表面粗糙度作橢圓運動來帶動研磨液中的研磨粒來對晶圓(10)進行拋光；

為縱波時，係以垂直或與晶圓(10)表面成任一夾角的
10 縱向駐波或行波以研磨粒為介質做往返衝擊造成晶圓極表層之脆性破壞而進行拋光；另外，亦可以平行於晶圓(10)表面之縱向駐波或行波以研磨墊(51)的表面粗糙度作往返運動帶動研磨液中之研磨粒對晶圓(10)進行拋光。

請再參閱第三圖至第四圖，本發明第二較佳實施例所
15 提供之一種半導體銅製程整合極低介電常數材料之拋光方法，主要概同於前揭實施例，不同之處在於：

在步驟 C.中係以陣列型架構將集束後之超音波(90)藉由掃描的方式以所產生之空腔現象來對該層具脆性材料性質的極表層生成物(12')施加極表層、極微區域的極大空蝕
20 壓力，進而使其脆性破壞，達到拋光的效果；

D.對該阻障層(31')施以超音波研磨，本實施例中亦同樣以陣列型架構之集束超音波(90)來進行超音波研磨，同樣可達到拋光的效果。

本第二實施例中，僅以超音波所產生的空腔現象來對

晶圓表面拋光，實質上未使用研磨墊。

請再參閱第五圖，本發明第三較佳實施例所提供之一種半導體銅製程整合極低介電常數材料之拋光方法，主要概同於前揭第一實施例，不同之處在於：

- 5 在步驟 C.或 D.中之超音波研磨乃是以超音波(90)作用於一研磨墊(51'')，藉由該研磨墊(51'')運動時帶動研磨漿(52'')流過研磨面，利用剪應力對晶圓(10'')表面進行研磨拋光；此種方式在研磨的過程中，研磨墊(51'')並未與晶圓(10'')表面接觸；其中超音波之作用在於產生液動壓
- 10 (hydrodynamic pressure)的效應，以降低拋光時增加相對速率的效應並降低拋光起始壓力(threshold pressure)之作用；此類型的超音波加工其作用為輔助型態，經由此型態以加強化學作用，並以此獲得均勻性的效果。

- 經由上述所揭之三實施例可知，本發明在銅金屬層的拋光過程中，其方式不侷限於對脆性表層化合物之超音波
- 15 拋光，於傳統銅金屬層上產生較軟的生成物表面，亦可經由超音波生不同的拋光機制，達到於極低介電常數材料上的金屬層施以極低應力的均勻拋光結果。

- 而本發明之技術重點在於利用超音波(90)來進行研磨，
- 20 藉由此種技術，可對晶圓(10)表面進行微量研磨，可避免對晶圓(10)產生機械性的大壓力，亦可有效的對銅質層(11)以及阻障層(31)進行研磨，在研磨時幾乎無應力之作用，有效的改進了習用 CMP 化學機械研磨的壓力難以控制問題，亦改進了純化學研磨無法對阻障層研磨的問題。

本發明在步驟 B.中由化學反應所生成的化合物，其一價銅化合物僅係為說明而舉例，並非用以限制本發明之範圍，其他以化學方式將表層脆化之方式，亦應包含於本發明之範圍中。

- 5 綜上所述，本發明所提供之半導體銅製程整合極低介電常數材料之拋光方法，其具有前述優於習用者之各項優點，實用性及進步性自己毋庸置疑，此外，該種方法從來未被公開使用或揭露於各種文獻資料，揆諸發明專利要件，本案應已具備，祈請 貴審查委員撥冗詳為審查，並早日
- 10 賜准專利為禱。

【圖式簡單說明】

第一圖係本發明第一較佳實施例之動作說明圖；

第二圖係本發明第一較佳實施例之晶圓狀態說明圖，
顯示研磨過程中晶圓表面的變化；

5 第三圖係本發明第二較佳實施例之動作說明圖；

第四圖係本發明第二較佳實施例之動作示意圖，顯示
超音波作用在晶圓上之狀態；

第五圖係本發明第三較佳實施例之動作說明圖。

10 **【圖式符號說明】**

(10)(10')(10'')晶圓

(11)(11')銅質層

(12)(12')一價銅化合物

(21)低介電常數材料

(31)(31')阻障層

(51)(51'')研磨墊

(52'')研磨漿

玖、申請專利範圍

1.一種半導體銅製程整合極低介電常數材料之拋光方法，包含有下列步驟：

A.備置一覆有銅質層整合極低介電常數材料之待拋光晶圓，其中，該銅質層係位於該低介電常數材料之上方，

5 於該銅質層與該低介電常數材料之間具有一阻障層；

B.使該銅質層進行化學反應，使該銅質層表面產生出一層具脆性材料性質之極表層生成物；

C.持續對該脆化之化合物施以超音波研磨，藉以對該脆化之化合物施加快速且斷續的機械力，進而使其脆性破壞，藉以達到拋光的效果；

D.對該阻障層施以超音波研磨，達到拋光的效果。

2.依據申請專利範圍第 1 項所述之半導體銅製程整合極低介電常數材料之拋光方法，其中：於步驟 B.之脆化之化合物係為一價銅化合物。

15 3.依據申請專利範圍第 2 項所述之半導體銅製程整合極低介電常數材料之拋光方法，其中：該一價銅化合物係為氧化亞銅。

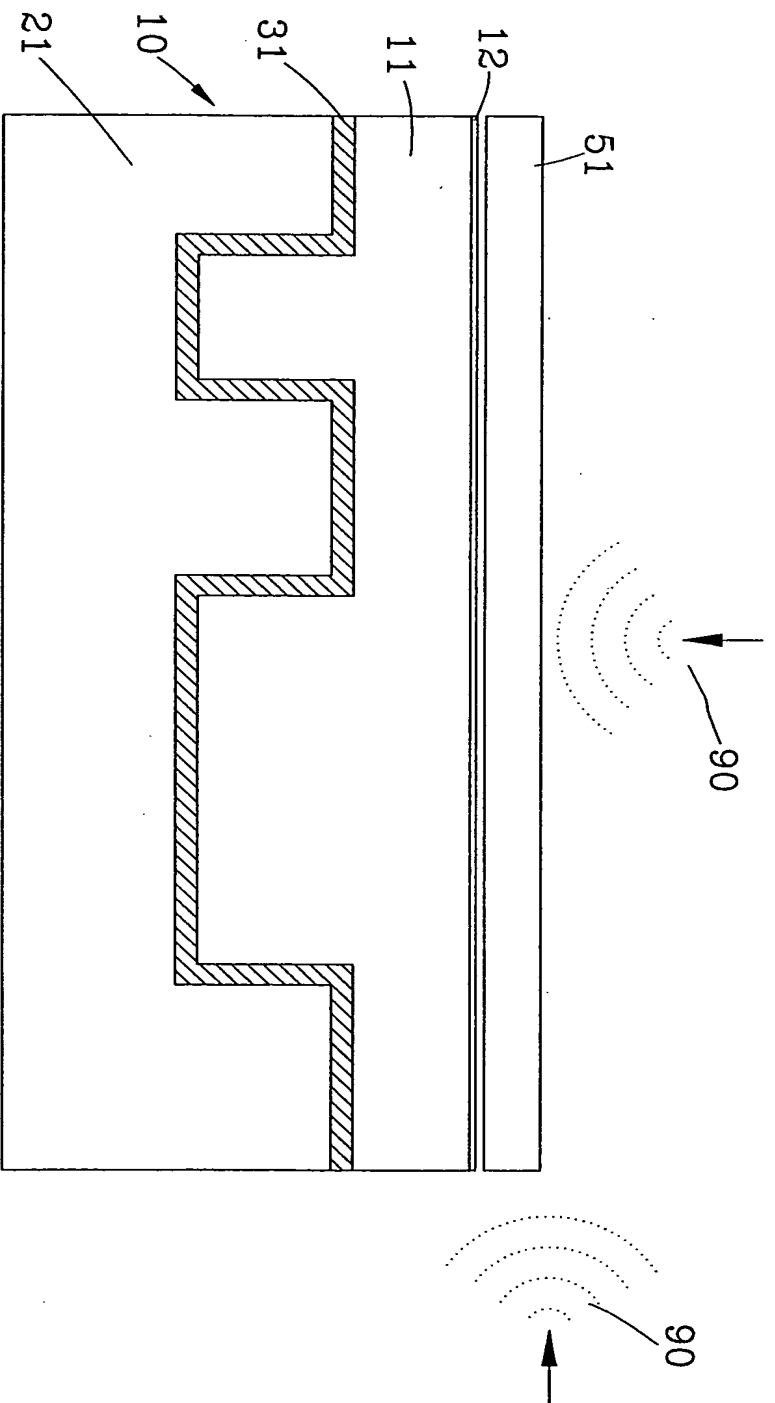
4.依據申請專利範圍第 1 項所述之半導體銅製程整合極低介電常數材料之拋光方法，其中：該超音波研磨乃是以超音波作用於一研磨墊，藉由該研磨墊運動時帶動研磨粒運動來對晶圓進行研磨拋光。

20 5.依據申請專利範圍第 4 項所述之半導體銅製程整合極低介電常數材料之拋光方法，其中：作用研磨墊上的超音波係橫向之行波或駐波。

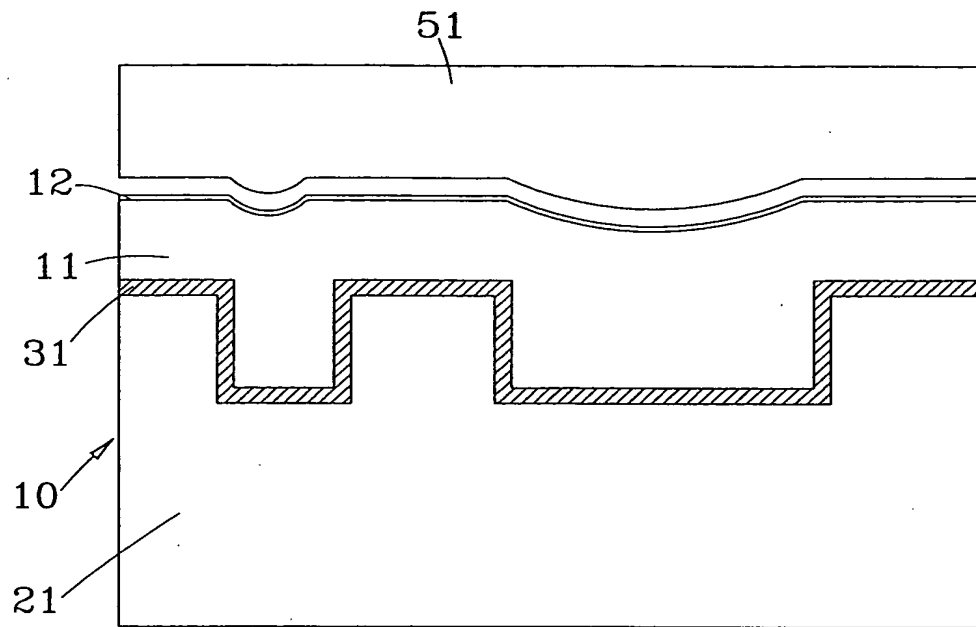
6.依據申請專利範圍第 1 項所述之半導體銅製程整合極低介電常數材料之拋光方法，其中：該超音波研磨係以陣列型架構將超音波集束後藉由掃描的方式以所產生之空腔現象進行研磨拋光。

- 5 7.依據申請專利範圍第 1 項所述之半導體銅製程整合極低介電常數材料之拋光方法，其中：該超音波研磨乃是以超音波作用於一研磨墊，藉由該研磨墊運動時帶動研磨漿流過研磨面，利用剪應力對晶圓面進行研磨拋光。

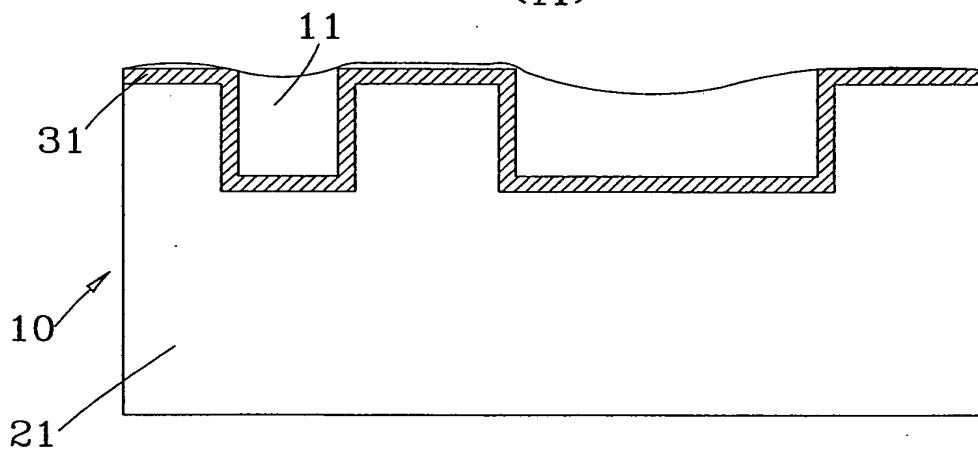
- 10 8.依據申請專利範圍第 7 項所述之半導體銅製程整合極低介電常數材料之拋光方法，其中：超音波透過研磨墊對研磨漿作用產生出液動壓(hydrodynamic pressure)效應，藉以加速晶圓表面粒子的速度，進而降低拋光時增加相對速率的效應並降低拋光起始壓力(threshold pressure)之作用，並能同時加強化學作用，而呈輔助型態，並以此獲得均勻
- 15 性的效果。



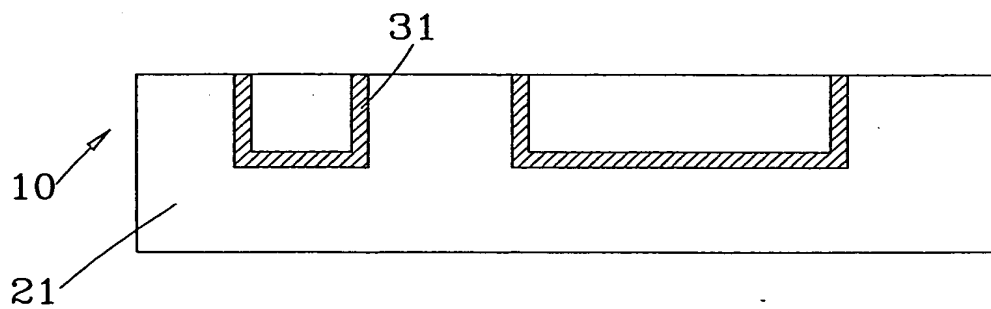
第一圖



(A)

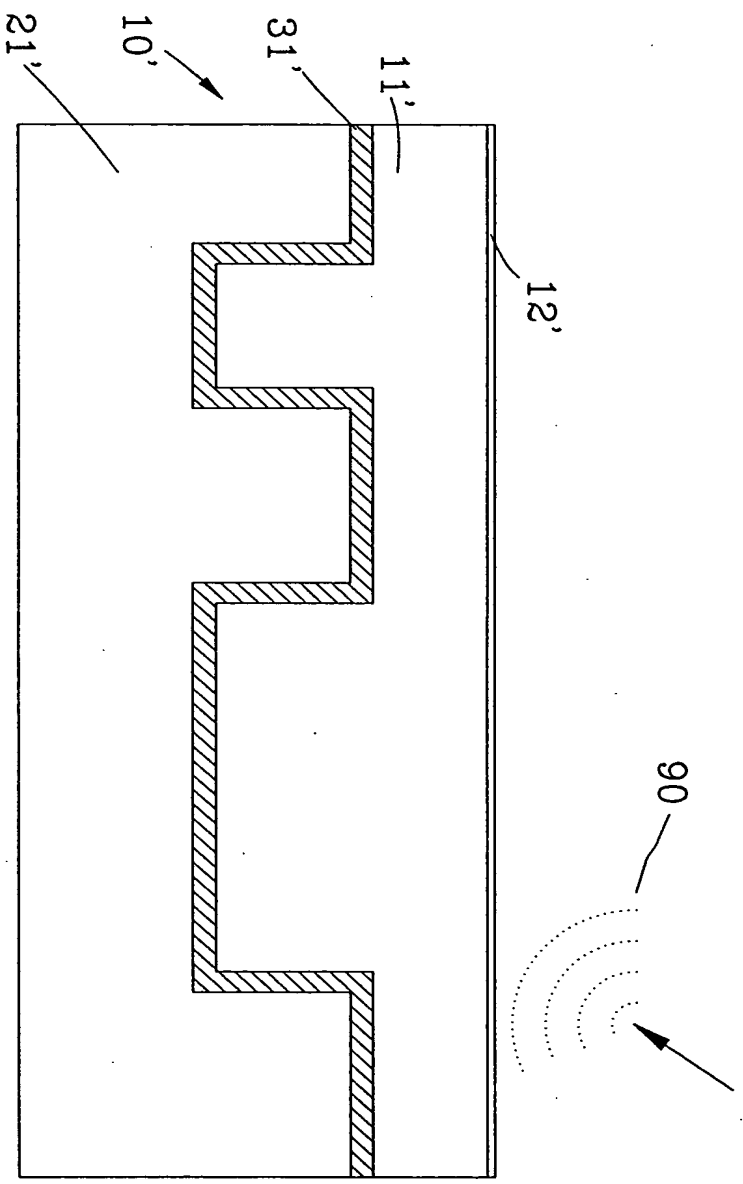


(B)

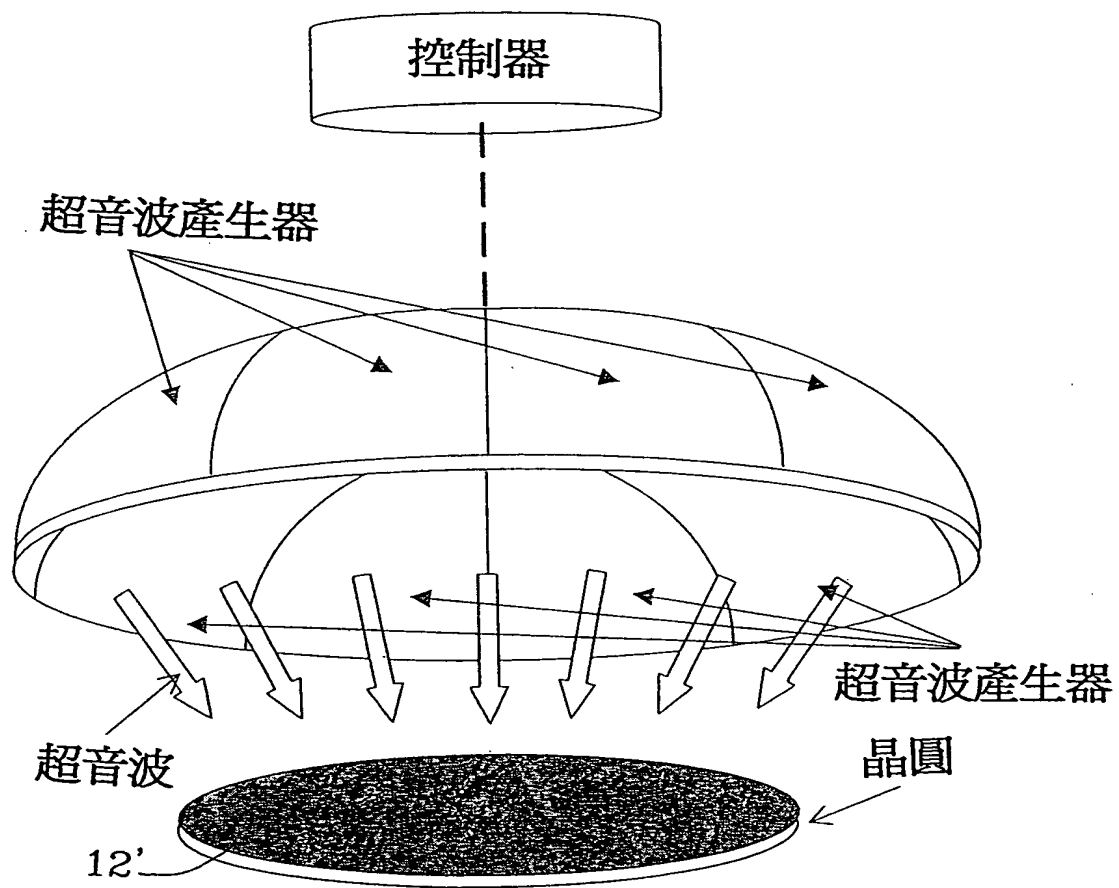


(C)

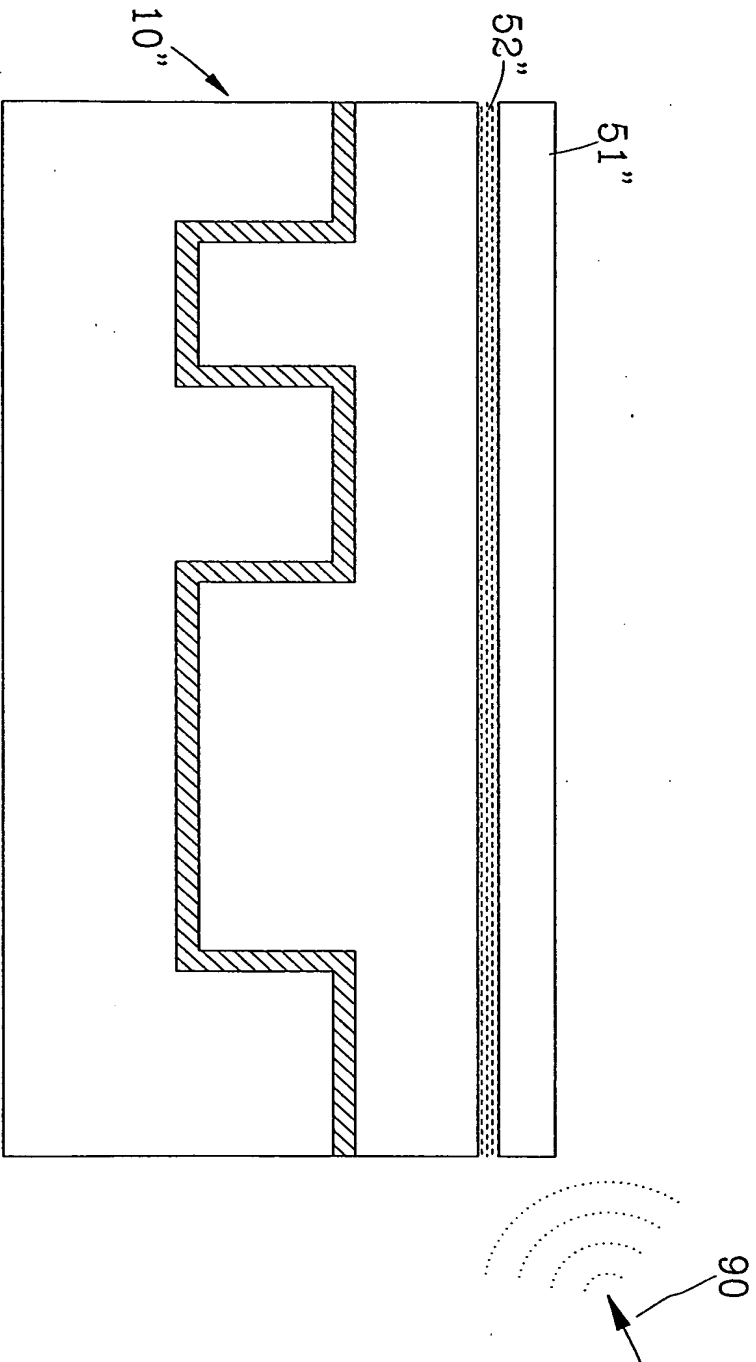
第二圖



第三圖



第四圖



第五圖